

## ИЗВЛЕЧЕНИЕ МЕДИ ИЗ ОТРАБОТАННЫХ РАСТВОРОВ ТРАВЛЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Шевчук А.П.<sup>\*</sup>, Маковская О.Ю.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

<sup>\*</sup>E-mail: [sambik31053@gmail.com](mailto:sambik31053@gmail.com)

## COPPER RECOVERY FROM SPENT SOLUTION OF PRINTED CIRCUIT BOARDS ETCHING

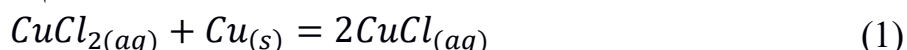
Shevchuk A.P., Makovskaya O.Yu.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

The possibility of copper recovery from spent hydrochloric etching solutions by electrowinning was studied. Construction of electrolytic cell with cation-exchange membrane is proposed. The method allows obtaining copper as elementary metal and recycling etchant.

Применяемая в настоящее время на предприятиях технология изготовления печатных плат предполагает одноразовое использование травильных растворов, что приводит к большим потерям вытравленной меди, высоким расходам реагентов, загрязнению окружающей среды.

В качестве травителей используют растворы хлорного железа, аммиака, хлорида меди и пр. [1]. В настоящее время солянокислый раствор хлорида меди является основным раствором травления. Его использование по сравнению с аммиачными растворами и растворами хлорида железа, характеризуется очень высокой скоростью растворения металлической меди, а также стабильностью заданных параметров процесса. Химизм процесса травления печатных плат можно описать следующей реакцией:



Использование солянокислого раствора хлорида меди имеет свои недостатки. При травлении большое количество меди переходит в раствор, это вызывает уменьшение эффективности травильной ванны. Для того, чтобы поддерживать высокую эффективность и стабильную скорость травления печатных плат необходимо регенерировать травильный раствор и удалять избыток меди.

Для удаления избытка меди из раствора, чаще всего применяются следующие методы: цементация, кристаллизация, осаждение в виде гидроксидов и электрохимическое выделение в виде металла [2]. Все перечисленные методы имеют свои достоинства и недостатки. Наиболее перспективным представляется электрохимический метод, который позволяет выделить медь в виде чистого металла.

Прямая электроэкстракция меди из солянокислых растворов применяется ограниченно из-за возможности выделения на аноде газообразного хлора. Разделение катодного и анодного пространств с помощью катионообменной мембраны позволяет предотвратить процесс окисления на аноде  $\text{Cu(I)}$  в  $\text{Cu(II)}$  и

последующее ее восстановление в Cu(I) на катоде, увеличить выход по току Cu и уменьшить выход по току Cl.

Для выделения меди из отработанных травильных растворов нами предложен двухкамерный электролизер с катодом и анодом, изготовленными из нержавеющей стали. В катодную камеру заливали отработанный травильный раствор, следующего состава, г/дм<sup>3</sup>: 270 Cu, 27 NH<sub>4</sub>Cl, 11,6 HCl. В качестве анолита использовали раствор 200 г/дм<sup>3</sup> Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Электроэкстракцию вели при плотности тока 650 А/м<sup>2</sup>, силе тока 350 мА, и напряжении 200 В. Процесс вели в течение 4 ч. В результате получена металлическая медь, выход по току составил более 90 %.

1. R.H. Clark, Handbook of Printed Circuit Manufacturing, Springer Science & Business Media (2012).
2. US EPA Guides to Pollution Prevention the Printed Circuit Board Manufacturing Industry, A/625/7-90/007 (1990).

## NOVEL METHOD OF SILICON SYNTHESIS BY CVD

Shishkin R.A., Kudyakova V.S., Yuferov Y.V., Zykov F.M.

Ural federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin,  
Yekaterinburg, Russia

\*E-mail: [roman.shishkin@urfu.ru](mailto:roman.shishkin@urfu.ru)

Semiconductor silicon nanowires due to a combination of unique electronic, optical and mechanical properties as well as its geometry could be applied in various technologies connected with solar cells production [1], electronic devices in medical equipment [2], the anode of lithium electrochemical cell [3].

The present paper is concerned with a silicon nanowires novel CVD synthesis technology.

The silicon nanowires synthesis was carried out at the laboratory tube furnace. The CVD process has two stages: formation of metastable aluminum monofluoride within the reaction of aluminum and aluminum trifluoride; reduction of silica with deposition of silicon.

Anhydrous aluminum trifluoride and the aluminum mixture were used as raw materials. The mixture was heated in an inert atmosphere to the temperatures 950 – 1200 °C. This route affords the metastable aluminum monofluoride, which reacted with a silica powder. As the resulting needle like outgrowth was observed (figure 1).

